

51

Int. Cl. 2:

H 05 G 1/02

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 28 31 058 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 31 058

21

Aktenzeichen:

P 28 31 058.9

22

Anmeldetag:

14. 7. 78

43

Offenlegungstag:

24. 1. 80

30

Unionspriorität:

22 32 31

54

Bezeichnung:

Röntgenuntersuchungsgerät mit einem um eine horizontale Achse schwenkbaren Patientenlagerungstisch

71

Anmelder:

Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg

72

Erfinder:

Gieschen, Kurt; Reiniger, Friedrich; 2000 Hamburg

DE 28 31 058 A 1

BEST AVAILABLE COPY

2831058

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH, STEINDAMM 94, 2000 HAMBURG 1

PHD 78-098

PATENTANSPRÜCHE:

1. Röntgenuntersuchungsgerät mit einem um eine horizontale Achse (8) schwenkbaren Patientenlagerungstisch (1), einem parallel zur Tischplatte (3) und senkrecht zur Schwenkachse (8) verschiebbaren Röntgenstrahler (10), einem in
5 allen Schwenkstellungen auf den Röntgenstrahler (10) zentrierten, in bezug auf diesen jenseits der Tischplatte (3) angeordneten Bildwandler (16) zur Umwandlung des durch den Röntgenstrahler (10) erzeugten Strahlenreliefs in ein sichtbares Bild und einer ersten Meßeinrichtung (9), die ein
10 der Neigung bzw. der Verschwenkung des Patientenlagerungstisches (1) entsprechendes erstes Signal liefert, dadurch gekennzeichnet,
daß der Bildwandler (16) oder der Röntgenstrahler (10) an einer unabhängig vom Patientenlagerungstisch (1) bewegbaren
15 Stativanordnung (19) befestigten, durch einen ersten Motorantrieb (30) um eine zur Schwenkachse (8) parallele Achse (29) schwenkbar ist und mit Hilfe eines den ersten Motorantrieb (30) enthaltenden ersten Regelkreises so schwenkbar ist, daß die Neigung bzw. die Verschwenkung des Geräte-
20 teils (16) jeweils der Neigung bzw. der Verschwenkung des Patientenlagerungstisches (1) entspricht,
daß die Stativanordnung (19) bzw. das daran befestigte Geräteteil (16) durch einen zweiten Motorantrieb (23) in einer ersten Richtung und durch einen dritten Motorantrieb (27)
25 in einer dazu senkrechten zweiten Richtung verfahrbar ist,

909884/0436

ORIGINAL INSPECTED

wobei die beiden Richtungen gemeinsam eine zur Schwenkachse (8) senkrechte Ebene bilden, daß zweite und dritte Meßeinrichtungen (26, 28) vorgesehen sind, die je ein der Position oder der Verschiebung der Stativanordnung (19) bzw. des Geräteteils (16) in der zur Schwenkachse (8) senkrechten Ebene entsprechendes Signal (x_{ist} , y_{ist}) erzeugen, daß wenigstens eine Recheneinrichtung (38) vorgesehen ist, die bei einer Schwenkung des Patientenlagerungstisches (1) fortlaufend aus den in einer vorhergehenden Stellung des Tisches gemessenen Werten (α_0 , x_0 , y_0) der drei Meßeinrichtungen (9, 26, 29) diejenige Position (x , y) bzw. Verschiebung des Geräteteils in einer nachfolgenden Schwenkstellung (α) errechnet, bei der die Lage des Geräteteils (16) in bezug auf den Patientenlagerungstisch (1) und sein Abstand von dem Patientenlagerungstisch unverändert bleibt, und die je einen den zweiten bzw. dritten Motorantrieb (23, 27) enthaltenden zweiten und dritten Regelkreis entsprechend steuert.

20

2. Röntgenuntersuchungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Röntgenstrahler (10) unterhalb der Tischplatte (3) des Patientenlagerungstisches angeordnet und mittels eines in einem vierten Regelkreis enthaltenen vierten Motorantriebes (14) in Tischlängsrichtung verfahrbar ist, daß der an der Stativanordnung (19) befestigte Bildwandler (16) durch den Benutzer verfahrbar ist, daß die Recheneinrichtung (38) aus den dabei von der zweiten und dritten Meßeinrichtung (26, 29) gelieferten Signalen die Position bzw. die Verschiebung des Bildwandlers in Tischlängsrichtung errechnet und daß der so errechnete Wert (v) als Sollwert für den vierten Regelkreis dient.

3. Röntgenuntersuchungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stativanordnung ein durch den zweiten Motorantrieb (23) horizontal verfahrbares Deckenstativ (19) enthält, mit einer vertikal verlaufenden und

an ihrem unteren Ende den um eine dort befindliche Achse (29) schwenkbaren Bildwandler (16) tragenden Teleskoprohranordnung (18), die mittels des dritten Motorantriebs (27) ein- oder ausfahrbar ist.

5

4. Röntgenuntersuchungsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste, zweite bzw. dritte Meßeinrichtung Teil des ersten, zweiten bzw. dritten Regelkreises ist.

10

5. Röntgenuntersuchungsgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Recheneinrichtung (38) errechneten Werte (x, y) als Sollwerte für den zweiten und dritten Regelkreis dienen, der den jeweiligen Sollwert mit dem von der zweiten bzw. dritten Meßeinrichtung gelieferten Signal (x_{ist} , y_{ist}) vergleicht und die Differenz jeweils auf ein Minimum regelt.

6. Röntgenuntersuchungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das der nachfolgenden Winkelstellung des Patientenlagerungstisches (1) entsprechende Signal (α) als Sollwert für den ersten Motorantrieb (30) enthaltenen ersten Regelkreis dient.

25

30

35

2831058

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH, STEINDAMM 94, 2000 HAMBURG 1

4

PHD 78-098

Röntgenuntersuchungsgerät mit einem um eine horizontale Achse schwenkbaren Patientenlagerungstisch

Die Erfindung bezieht sich auf ein Röntgenuntersuchungsgerät mit einem um eine horizontale Achse schwenkbaren Patientenlagerungstisch, einem parallel zur Tischplatte und senkrecht zur Schwenkachse verschiebbaren Röntgenstrahler, einem in
5 allen Schwenkstellungen auf den Röntgenstrahler zentrierten in bezug auf diesen jenseits der Tischplatte angeordneten Bildwandler zur Umwandlung des durch den Röntgenstrahler erzeugten Strahlenreliefs in ein sichtbares Bild und einer ersten Meßeinrichtung, die in der Neigung des Patienten-
10 lagerungstisches entsprechendes erstes Signal liefert.

Ein solches Röntgenuntersuchungsgerät ist aus der DE-OS 22 00 848 bekannt. Der Bildwandler, im allgemeinen ein Röntgenzielgerät, ist dabei über eine Klaue o.dgl. mit
15 einem den Röntgenstrahler tragenden Wagen verbunden, der unterhalb der Tischplatte des Patientenlagerungstisches angeordnet und in Tischlängsrichtung verfahrbar ist. Die Klaue behindert den Zugang zum Zielgerät von der einen Seite her, so daß der Patient stets von der anderen (der
20 linken bei stehendem Untersuchungsgerät) Seite in die Untersuchungsposition eintreten muß.

Das Röntgenzielgerät ist dabei senkrecht zur Tischplatte nur in begrenztem Maße verschiebbar. Daraus kann sich das
25 Problem ergeben, daß der Abstand zwischen Tischplatte und

909884/0436

Zielgerät für sehr dicke Patienten zu groß oder für sehr dünne Patienten zu klein ist. Außerdem ist bei solchen Röntgenuntersuchungsgeräten der Abstand zwischen dem Brennfleck und dem Patienten verhältnismäßig gering, so daß sich
5 geometrische Verzeichnungen ergeben können und sich die durch die endlichen Abmessungen des Brennfleckes bedingte geometrische Unschärfe störend bemerkbar macht.

Bei den bekannten Geräten dieser Art ist ein Gewichtsausgleichsystem vorgesehen bei dem unterhalb der Tischplatte des Patientenlagerungstisches ein Ausgleichsgewicht gegenseitig zum Zielgerät bewegt wird. Bei modernen Zielgeräten, die mit Bildverstärkern versehen sind, kann die Masse des Zielgerätes und des Ausgleichgewichtes einige 100 kg be-
15 tragen, die vom Arzt mitbewegt werden müssen und die zusammen mit dem Patientenlagerungstisch bei einer Schwenkung des Patientenlagerungstisches mitverschwenkt werden. Dies erfordert eine sehr stabile Konstruktion des Patientenlagerungstisches, bei der im allgemeinen der Tisch auf beiden Seiten
20 einen Stützfuß haben muß, wobei die beiden Stützfüße unter der Tischplatte hindurch durch ein festes Gestänge miteinander verbunden sind. Bei dieser Konstruktion ist es nicht mehr möglich, den Abstand zwischen dem Röntgenstrahler und der Tischplatte zu vergrößern, weil dann die Verschiebung
25 des Röntgenstrahlers in Tischlängsrichtung durch dieses Gestänge behindert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Röntgenuntersuchungsgerät zu schaffen, bei dem der Patientenlagerungstisch wesentlich leichter ausgeführt sein kann und bei
30 dem das Röntgenzielgerät bzw. der Bildwandler senkrecht zur Tischplatte in einem größeren Bereich verschoben werden kann und der beidseitige Zutritt des Patienten nicht behindert wird.

35 Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Röntgenuntersuchungsgerät der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der

Bildwandler oder der Röntgenstrahler an einer unabhängig vom Patientenlagerungstisch bewegbaren Stativanordnung befestigten, durch einen ersten Motorantrieb um eine zur Schwenkachse parallele Achse schwenkbar ist und mit Hilfe
5 eines den ersten Motorantrieb enthaltenden ersten Regelkreises so schwenkbar ist, daß die Neigung bzw. die Verschwenkung des Geräteteils jeweils der Neigung bzw. der Verschwenkung des Patientenlagerungstisches entspricht, daß die Stativanordnung bzw. das daran befestigte Geräte-
10 teil durch einen zweiten Motorantrieb in einer ersten Richtung und durch einen dritten Motorantrieb in einer dazu senkrechten zweiten Richtung verfahrbar ist, wobei die beiden Richtungen gemeinsam eine zur Schwenkachse senkrechte Ebene bilden, daß zweite und dritte Meßein-
15 richtungen vorgesehen sind, die je ein der Position oder der Verschiebung der Stativanordnung bzw. des Geräteteils in der zur Schwenkachse senkrechten Ebene entsprechendes Signal erzeugen, daß wenigstens eine Recheneinrichtung vorgesehen ist, die bei einer Schwenkung des Patientenlagerungs-
20 tisches fortlaufend aus den in einer vorhergehenden Stellung des Tisches gemessenen Werten der drei Meßeinrichtungen diejenige Position bzw. Verschiebung des Geräteteils in einer nachfolgenden Schwenkstellung errechnet, bei der die Lage des Geräteteils in bezug auf den Patientenlagerungstisch
25 und sein Abstand von dem Patientenlagerungstisch unverändert bleibt, und die je einen den zweiten bzw. dritten Motorantrieb enthaltenden zweiten und dritten Regelkreis entsprechend steuert.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Röntgenuntersuchungsgerät besteht zwischen dem Bildwandler (Zielgerät) und dem Röntgenstrahler also keine feste Verbindung mehr. Dadurch ist es ohne weiteres möglich, den Abstand zwischen dem Bildwandler und dem Röntgenstrahler nach Belieben zu verändern. Der Zutritt
35 des Patienten ist von beiden Seiten möglich. Durch die drei Meßeinrichtungen und die drei Positions- oder Verschiebungs-Regelkreise mit den Motorantrieben, die vom

Rechner gesteuert werden, wird erreicht, daß der Bildwandler bei einer Schwenkung des Patientenlagerungstisches so nachgeführt wird, als wäre er mechanisch mit diesem verbunden. Der Abstand zwischen der Tischplatte des Patientenlagerungstisches und dem Bildwandler bleibt also unverändert und eine Verbindungslinie zwischen dem Brennfleck des Röntgenstrahlers und irgendeinem Punkt am Bildwandler schneidet die Tischplatte immer an derselben Stelle. Wenn also der Patientenlagerungstisch zusammen mit dem Patienten um seine Achse geschwenkt wird, ändert sich der durch den Röntgenstrahler durchstrahlte und vom Bildwandler darstellbare Bereich nicht.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß aus der DE-OS 27 11 358 bereits ein Röntgenuntersuchungsgerät bekannt ist, bei dem der Bildwandler an einer Stativanordnung befestigt ist und an bzw. mit dieser in zwei zueinander senkrechten Richtungen verschiebbar ist sowie um eine auf diesen beiden Richtungen senkrecht stehende Achse schwenkbar ist. Die Verschwenkung um diese Achse erfolgt automatisch so, daß der Bildwandler auf dem Röntgenstrahler ausgerichtet bleibt, der synchron mitgeschwenkt wird. - Der Patientenlagerungstisch dieses Röntgenuntersuchungsgerätes kann aber nicht geschwenkt werden und seine Tischplatte steht stets horizontal, während die Verschiebung des Bildwandlers in den beiden Richtungen ausschließlich von Hand erfolgt. Dieses Röntgenuntersuchungsgerät ist daher in erster Linie für die Untersuchung von Herzkranzgefäßen bestimmt. Für Magenuntersuchungen, bei denen der Patient in eine von der Horizontalen abweichenden Lage geschwenkt werden muß, ist es ungeeignet.

Die Erfindung ist sowohl bei Untersuchungsgeräten anwendbar, bei denen sich die Röntgenröhre unterhalb der Tischplatte (wenn der Patientenlagerungstisch eine horizontale Position einnimmt) und der Bildwandler (Zielgerät) an der Stativanordnung befestigt ist als auch bei solchen Untersuchungs-

geräten, bei denen sich der Röntgenstrahler oberhalb der Tischplatte (an der Stativanordnung) und der Bildwandler unterhalb der Tischplatte (an einem in Tischlängsrichtung verfahrbaren Wagen) befindet. Insbesondere bei Geräten der
5 letztgenannten Art ist eine Relativverschiebung zwischen dem Strahlenkegel und dem Patienten dadurch möglich, daß die Tischplatte in Tischlängsrichtung verfahren wird und der diese Tischplatte tragende Rahmen senkrecht zur Tischplatte verfahren wird. Eine Verschiebung in Kompressions-
10 richtung ist dabei dadurch möglich, daß die Tischplatte senkrecht zu ihrer Ebene verfahrbar ist. Eine für Röntgenuntersuchungsgeräte mit einer Untertischröhre geeignetere Lösung besteht nach einer Weiterbildung der Erfindung darin, daß der Röntgenstrahler unterhalb der Tischplatte des
15 Patientenlagerungstisches angeordnet und mittels eines in einem vierten Regelkreis enthaltenen vierten Motorantriebes in Tischlängsrichtung verfahrbar ist, daß der an der Stativanordnung befestigte Bildwandler durch den Benutzer verfahrbar ist, daß die Recheneinrichtung aus den dabei von der
20 zweiten und dritten Meßeinrichtung gelieferten Signalen die Verschiebung des Bildwandlers in Tischlängsrichtung errechnet und daß der so errechnete Wert als Sollwert für den vierten Regelkreis dient.

25 Grundsätzlich könnte als Stativanordnung ein Bodenstativ dienen, das einen horizontalen vertikal verfahrbaren Tragarm für das Geräteteil, z.B. den Bildwandler (Röntgenzielgerät), aufweist und das von einer Bodenschiene mittels eines Motorantriebes horizontal verfahrbar ist. Ein solches
30 Bodenstativ könnte jedoch ebenfalls den freien Zugang des Patienten behindern. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht daher vor, daß die Stativanordnung ein durch den zweiten Motorantrieb oder von Hand horizontal verfahrbares Deckenstativ enthält, mit einer vertikal verlaufenden und an ihrem
35 unteren Ende den um eine dort befindliche Achse schwenkbaren Bildwandler tragenden Teleskopprohranordnung, die mittels des dritten Motorantriebes ein- oder ausfahrbar ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels der Erfindung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Röntgenuntersuchungsgerätes in vertikaler Position (Seitenansicht),

Fig. 2 das gleiche Röntgenuntersuchungsgerät in horizontaler Position (vom Fußende her gesehen),

Fig. 3 ein Blockschaltbild, aus dem sich die Steuerung bei einem Schwenken des Patientenlagerungstisches ergibt und

Fig. 4 ein Blockschaltbild, bei dem sich die Steuerung bei einer Verschiebung des Bildwandlers durch den Benutzer ergibt.

In den Fig. 1 und 2 ist mit 1 der Patientenlagerungstisch bezeichnet, der einen die Anordnung tragenden Gerätefuß 2, eine Tischplatte 3 und einen nur andeutungsweise gezeigten Rahmen 4 aufweist. Der Rahmen 4 ist mittels eines Zahnsegmentes 5, in das ein von einem schematisch dargestellten Antriebsmotor 6 angetriebenes Ritzel 7 eingreift, um eine horizontale Achse 8 schwenkbar. Diese Schwenkbewegung wird durch einen Meßaufnehmer in Form eines Potentiometers 9, dessen Abgriff von dem Antriebsmotor 6 verstellt wird, gemessen, das ein der Neigung der Tischplatte in bezug auf die Horizontale proportionales Signal erzeugt. Während der Schwenkbewegung wird der Rahmen 4 gleichmäßig verschoben, und zwar zum Fußende hin, wenn die Tischplatte aus der in Fig. 1 dargestellten vertikalen Stellung in eine horizontale Stellung und darüber hinaus in eine Kopftieflage geschwenkt wird. Durch diese Maßnahme, die aus der DE-PS 969 221 bekannt ist, wird erreicht, daß ein derartiges Gerät auch dann in die Kopftieflage geschwenkt werden kann, wenn der Abstand der Schwenkachse 8 vom Fußboden weniger als die Hälfte der Länge des Rahmens bzw. der Tischplatte beträgt.

Unterhalb der Tischplatte 3 befindet sich der Röntgen-

strahler 10, der von einem Wagen 11 getragen wird (Fig. 2). Der Wagen 11 ist mittels Rollen 12 in Schienen 13 verfahrbar, die an dem Rahmen auf nicht näher dargestellte Weise angebracht sind und in Tischlängsrichtung verlaufen. Zur
5 Verschiebung des Wagens 11 bzw. des Röntgenstrahlers 10 ist ein schematisch dargestellter Gleichstrommotor 14 vorgesehen, der zugleich den Abgriff eines Potentiometers 15 derart verstellt, daß die daran abgegriffene Spannung der Position des Röntgenstrahlers bzw. des Wagens 11 in Tisch-
10 längsrichtung entspricht.

Insoweit ist das Röntgenuntersuchungsgerät im wesentlichen bekannt. Während jedoch bei den bisher bekannten Geräten der Bildwandler bzw. das Röntgenzielgerät stets mit dem
15 Röntgenstrahler bzw. dem ihn tragenden Wagen mechanisch verbunden ist, besteht bei der Verbindung keinerlei mechanische Verbindung zwischen diesen Teilen. Vielmehr ist bei der Erfindung das Röntgenzielgerät 16, das u.a. einen Röntgenbildverstärker 17 enthalten kann, mit einer vertikal
20 ausziehbaren bzw. ineinanderschiebbaren Teleskoprohrhalterung 18 verbunden, die an einem Deckenstativ 19 befestigt ist. Das Deckenstativ 19 enthält einen Wagen 20, der mittels Rollen 21 in an der Decke befestigten, horizontal und parallel zur Tischlängsrichtung (bei horizontal angeordneten
25 Patientenlagerungstisch) angeordneten Profilschienen 22 verfahrbar ist. Der Wagen 20 kann mittels eines Antriebsmotors 23, der mit dem Wagen verbunden ist und ein Zahnrad 24 antreibt, das in eine an der Decke parallel zu den Schienen 22 befestigten Zahnstange 25 eingreift, in Schienenrichtung
30 (x-Richtung) verschoben werden. Die jeweilige Position des Wagens 20 wird mittels eines Potentiometers 26 gemessen, dessen Abgriff mit dem Motor gekoppelt ist. Der Wagen trägt weiterhin einen Gleichstrommotor 27 zum Aus- bzw. Einfahren der Teleskoprohranordnung 18 in der zur Schienenrichtung
35 senkrechten vertikalen y-Richtung. Die Stellung der Teleskoprohranordnung, d.h. der Abstand des Zielgerätes 16 vom Deckenstativ 19, kann also mittels des Antriebsmotors 27

verändert und mittels eines Potentiometers 28 gemessen werden, dessen Abgriff vom Motor 27 verstellbar ist.

Das Zielgerät 16 ist am unteren Ende der Teleskoprohran-
 5 ordnung um eine zur Achse 8 parallele Achse 29 schwenkbar
 angeordnet. Zum Schwenken des Zielgerätes um die Achse 29
 dient ein Gleichstrommotor 30, wobei ein Potentiometer 31
 seine Winkelstellung bzw. die Neigung des Eingangsleucht-
 schirmes des Zielgerätes gegenüber der Horizontalen mißt.

10

Anhand der Fig. 3 und 4 werden nachfolgend die Vorgänge
 beim Umliegen des Patientenlagerungstisches und beim Ver-
 schieben des Zielgerätes erläutert.

15 Wenn der Benutzer die Neigung des Patientenlagerungstisches
 verändern will, betätigt er einen am Zielgerät 16 angeordneten
 Schalter 32, wobei der eine Anschluß des Gleichstrommotors 6
 negatives oder positives Potential erhält, während der andere
 Anschluß an Masse angeschlossen ist. Der Motor beginnt
 20 daraufhin mit einer Drehrichtung zu laufen, die davon ab-
 hängt, mit welchem Potential (negativ oder positiv) sein
 einer Anschluß über den Schalter 32 verbunden ist, wobei
 das Ritzel 7 in das Zahnsegment 5 eingreift und der Trag-
 rahmen 4 mitsamt der Tischplatte 3, dem Wagen 11 und dem
 25 Röntgenstrahler 10 um die Achse 8 geschwenkt wird.

Bei dieser Steuerung des Motors 6 könnte die Umlegegeschwin-
 digkeit nicht vom Benutzer bestimmt werden. Falls dies
 erforderlich sein sollte, kann der Motor 6 z.B. in einen
 30 Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsregelkreis aufgenommen
 werden.

Bei der Schwenkbewegung des Patientenlagerungstisches wird
 der Abgriff des Potentiometers 9 derart verstellt, daß die
 35 dauernd abnehmbare Spannung dem Neigungswinkel α der Tisch-
 platte 3 gegenüber der Horizontalen proportional ist. Diese
 Spannung wird in einem Differenzverstärker 33 mit der

Spannung am Abgriff des Potentiometers 31 verglichen, die dem Neigungswinkel des Zielgerätes 16 proportional ist. Die so erzeugte Differenz wird in einem weiteren Differenzverstärker 34 mit der von einem Gleichstrom-Tachogenerator 35, der vom Motor 30 angetrieben wird, erzeugten Gleichspannung verglichen und das der Differenz der beiden Spannungen proportionale Ausgangssignal wird einem Leistungsverstärker 36 zugeführt, der den Motor 30 antreibt, durch den das Röntgenzielgerät 16 um die Achse 29 geschwenkt wird. Der Regelkreis 30...36 stellt somit einen Positionsregelkreis dar, dem ein Geschwindigkeitsregelkreis unterlagert ist, dessen Geschwindigkeitssollwert von der Regelsignalabweichung an den Eingängen des Differenzverstärkers 33 abhängt. Dadurch wird erreicht, daß bei kleinen Abweichungen der Motor 30 langsam läuft und bei großen Abweichungen schnell. Wenn die Spannung am Abgriff des Potentiometers 31 der Spannung am Abgriff des Potentiometers 9 nahezu entspricht, bleibt der Motor 30 stehen. Dann entspricht auch der Neigungswinkel des Zielgerätes dem Neigungswinkel der Tischplatte des Patientenlagerungstisches.

Die Spannung am Abgriff des Potentiometers 9, d.h. die Neigung α des Patientenlagerungstisches, wird außerdem von einem Analog-Digital-Wandler 37 in ein digitales Signal umgesetzt, das dem Eingang eines Rechners 38 zugeführt wird. Der Rechner errechnet aus dem Neigungswinkel α die Position x, y , die die Achse 29 einnehmen muß, damit der Abstand des Zielgerätes 16 von und seine Lage in bezug auf die Tischplatte 3 bei der Schwenkbewegung des Patientenlagerungstisches unverändert bleibt nach den Gleichungen

$$x = x_0 \cos(\alpha - \alpha_0) + y_0 \sin(\alpha - \alpha_0) - b(\alpha - \alpha_0) \cos \alpha \quad (1)$$

$$y = -x_0 \sin(\alpha - \alpha_0) + y_0 \cos(\alpha - \alpha_0) + b(\alpha - \alpha_0) \sin \alpha \quad (2).$$

Dabei ist x der Abstand einer Lotlinie durch die Schwenkachse 29 von der Schwenkachse 8 und y der Abstand einer

horizontalen Geraden durch die Schwenkachse 29 von der Schwenkachse 8. α ist die Neigung der Tischplatte gegenüber der Horizontalen; α beträgt in der in Fig. 1 dargestellten Stellung also $+90^\circ$ und nimmt bei einer Schwenkung des Röntgenuntersuchungsgerätes entgegen dem Uhrzeigersinn ab. b berücksichtigt die dabei erfolgende, bereits vorstehend erläuterte Verschiebung des Rahmens zum Fußende hin und ist ein konstanter Faktor, der dem Quotienten aus der Verschiebung und der dafür erforderlichen Schwenkung des Gerätes entspricht. Er kann z.B. bei einer Schwenkung um 90° 490 mm betragen. x_0 und y_0 bezeichnen die Koordinaten der Schwenkachse 29 in einer vorhergehenden Winkelstellung α_0 z.B. bei Beginn der Schwenkbewegung. Diese Werte werden der Recheneinrichtung 38 aus einem Speicher 39 zugeführt.

Man erkennt aus den Gleichungen (1) und (2), daß die Bewegung, die die Schwenkachse 29 vollführen muß, damit der Abstand zwischen der Tischplatte und dem Zielgerät immer konstant bleibt und sich die Lage des Zielgerätes gegenüber der Tischplatte nicht verändert, von der Konstruktion des Patientenlagerungstisches abhängt. Wird beispielsweise der Tragrahmen (und mit ihm die Tischplatte) während einer Drehung um die Achse 8 nicht verschoben, dann ist der Faktor $b = 0$ und die Schwenkachse 29 beschreibt eine Kreisbahn um die Schwenkachse 8. Andere Tischkonstruktionen haben keine ortsfeste Schwenkachse, jedoch besteht auch hier ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Schwenkwinkel des Patientenlagerungstisches und der Position der Schwenkachse 29, der sich analytisch berechnen läßt.

Die Recheneinrichtung berechnet also, wie bereits erwähnt, aus den Werten α_0 , x_0 , y_0 , die der Winkelstellung des Patientenlagerungstisches bzw. der Position der Schwenkachse 29 bei Beginn einer Schwenkbewegung entsprechen und die mittels der Meßwertaufnehmer 31, 26 und 28 gemessen worden und im Speicher 39 als digitaler Wert gespeichert sind, sowie aus dem in einer nachfolgenden Winkelstellung

gemessenen Schwenkwinkel α die Koordinaten, die die Schwenk-
 achse 29 einnehmen muß, damit sich bei der Schwenkbewegung
 der Abstand des Zielgerätes 17 von der Tischplatte 3 und
 deren Lage in bezug aufeinander nicht ändert. Diese Werte
 5 werden nacheinander berechnet, wonach sich der Rechenvor-
 gang für eine neue Winkelstellung α wiederholt. Die Werte
 α_0 , x_0 , y_0 können dann durch die neuen Werte ersetzt
 werden. Es können jedoch auch die bei Beginn der Schwenkbe-
 wegung vorhandenen Werte α_0 , x_0 und y_0 beibehalten werden.
 10 Die Neuberechnung der Werte x und y kann in periodischen
 zeitlichen Abständen erfolgen oder auch jedesmal dann, wenn
 sich der Winkel um einen bestimmten Betrag geändert hat.
 Je öfter diese Berechnung durchgeführt wird, um so genauer
 folgt das Zielgerät 17 der Schwenkbewegung des Patienten-
 15 lagerungstisches nach.

Die von der Recheneinrichtung 38 errechneten Werte x und y
 werden Positionsregelkreisen, die die Motorantriebe 23 und
 27 enthalten, als Sollwerte vorgegeben. Zu diesem Zweck ist
 20 am Ausgang der Recheneinrichtung 38 ein Digital-Analog-
 Wandler 40 angeschlossen, der das digitale Ausgangssignal
 der Recheneinrichtung 38 in ein analoges Signal umwandelt.
 Dieses wird über einen Multiplexer 41 u.a. den Sample-and-
 Hold-Schaltungen 42 und 43 zugeführt, die das analoge
 25 Ausgangssignal des Digital-Analog-Wandlers speichern, bis
 der nächste x - bzw. y -Wert berechnet wird. Die Sample-and-
 Hold-Schaltungen 42 und 43 und der Multiplexer 41 werden
 vom Rechner 38 gesteuert, wie durch die gestrichelten
 Steuerleitungen 44 und 45 angedeutet. Die Ausgangssignale
 30 der Sample-and-Hold-Schaltungen 42 und 43 dienen als Soll-
 wert für je einen die Verschiebung des Röntgenzielgerätes 17
 in x - bzw. in y -Richtung bewirkenden Positionsregelkreis.

Die beiden Positionsregelkreise sind identisch aufgebaut,
 35 weshalb hier nur der eine beschrieben wird und der be-
 treffende Teil des anderen Positionsregelkreises jeweils
 in Klammern erwähnt wird. Der von Schaltung 42(43) gelieferte

Positions-Sollwert für die x- (y-) Richtung wird in einem Differenzverstärker 46 (47) mit dem Positions-Istwert x_{ist} (y_{ist}) verglichen, der von dem Potentiometer 26 (28). - vgl. Fig. 1 - abgegriffen wird. Die Regelabweichung dient als

5 Sollwert in einem Geschwindigkeitsregelkreis und wird in einem Differenzverstärker 48 (49) mit dem von einem Gleichstrom-Tachogenerator 50 (51), der von dem Gleichstrommotor 23 (27) für die Verschiebung in x- bzw. in y-Richtung angetrieben wird, gelieferten Geschwindigkeits-Istwert \dot{x}_{ist} (\dot{y}_{ist}) verglichen. Das der Differenz zwischen dem Geschwindigkeits-Sollwert und dem Geschwindigkeits-Istwert proportionale Ausgangssignal des Differenzverstärkers 48 (49) wird einem Leistungsverstärker 52 (53) zugeführt, der den Antriebsmotor 23 (27) für die Verschiebung des Gerä-

10 teils in x- (y-) Richtung solange laufen läßt, bis die Differenz zwischen dem Positions-Sollwert und dem Positions-Istwert am Eingang des Differenzverstärkers 46 (47) praktisch Null geworden ist.

20 Die der Positionsregelung unterlagerte Geschwindigkeitsregelung bewirkt, daß bei großen Regelabweichungen der betreffende Motor schnell und bei kleinen Regelabweichungen langsam läuft. - Die Positionsregelung könnte auch dadurch erreicht werden, daß nicht die Position (durch die Potentiometer 26, 28), sondern die Geschwindigkeit, oder aber

25 auch das Zeitintegral über den Weg gemessen wird. Dann muß der Rechner anstelle der Positions-Sollwerte x, y die Geschwindigkeits-Sollwerte oder aber die Sollwerte des Zeitintegrals über den Weg errechnen. Diese Sollwerte ergeben

30 sich durch Differentiation bzw. Integration (nach der Zeit) der Gleichungen (1) und (2). Es ist auch möglich, die Position und die Geschwindigkeit gleichzeitig zu regeln. Hierzu müssen die die jeweiligen Regelabweichungen bildenden Differenzverstärker 46 und 48 (47 und 49) parallel

35 (und nicht hintereinander) geschaltet sein. Der Geschwindigkeits-Sollwert \dot{x}_{ist} (\dot{y}_{ist}), der der jeweiligen Position x, y zugeordnet ist, muß dann von dem Rechner 38 ebenfalls er-

rechnet werden. Die Geschwindigkeits-Sollwerte ergeben sich aus den Positions-Sollwerten der Gleichungen (1) und (2), in denen in dem Term rechts vom Gleichheitszeichen der Winkel α die einzige zeitliche veränderliche Größe ist, durch Differentiation nach der Zeit. Die so unabhängig voneinander ermittelten Regelabweichungen müßten addiert und dann dem Leistungsverstärker 52 (53) zugeführt werden. Die Abweichungen vom geforderten Bahnverlauf wären in diesem Fall besonders gering.

Wie bereits erwähnt, errechnet der Rechner 38 nacheinander die erforderlichen Sollwerte und wiederholt diese Rechnung in bestimmten zeitlichen Abständen bzw. jedesmal, wenn die Neigung α sich um einen bestimmten Betrag geändert hat, wobei die Positionsregelkreise das Zielgerät entsprechend dem jeweils neue errechneten Wert verschieben. Der Rechner 38 kann ein digitaler geeignet programmierter und mit Hilfe eines Mikroprozessors aufgebauter Kleinrechner sein.

Wenn bei einem der bekannten Röntgenuntersuchungsgerät der eingangs genannten Art der Arzt das Zielgerät in bezug auf die Tischplatte bzw. den Rahmen des Patientenlagerungstisches verschiebt, folgt aufgrund der mechanischen Kopplung zwischen dem den Röntgenstrahler tragenden Wagen und dem Zielgerät der Wagen bzw. der Röntgenstrahler automatisch mit. Bei der Erfindung wird dies durch einen vierten Regelkreis erreicht. Dazu werden (Fig. 4) die bei einer Verschiebung mittels der Aufnehmer 26 und 28 gemessenen Werte x , y dem Analog-Digital-Wandler 37 über einen Multiplexer 54 zugeführt, über den auch der dem Neigungswinkel α entsprechende Meßwert zugeführt werden kann (Fig. 3). Der Rechner errechnet daraus diejenige Position, bei der der Röntgenstrahler 10 auf das Zielgerät zentriert wird nach der Gleichung

$$v = -x \cdot \cos \alpha_0 + y \cdot \sin \alpha_0 \quad (3).$$

v ist dabei der Abstand des Zentralstrahls (d.h. des Lotes von dem Brennfleck des Röntgenstrahlers 10 auf die Tischplatte 3) von der Schwenkachse 8. Er ist um so positiver, je näher die Position von 10 dem Kopfe der Tischplatte ist. Der so errechnete Wert wird über den Digital-Analog-Wandler 40, den Multiplexer 41 und eine Sample-and-Hold-Schaltung 55 dem vierten Regelkreis zugeführt, der genauso aufgebaut sein kann wie die Regelkreise zur Verschiebung des Röntgenzielgerätes in x- bzw. y-Richtung. Dieser Regelkreis enthält also einen ersten Differenzverstärker 56, in dem der von der Sample-and-Hold-Schaltung gelieferte Sollwert mit einem an dem Potentiometer 15 abgegriffenen Positions-Istwert verglichen wird. Die Regelabweichung wird durch den Differenzverstärker 57 mit einem von dem Gleichstrom-Tachogenerator 58 gelieferten, der Verschiebgeschwindigkeit proportionalen Wert verglichen und die Differenz wird in einem Leistungsverstärker 59 verstärkt, der den Antriebsmotor für die Verschiebung des Röhrenwagens 11 in Tischlängsrichtung solange und mit solchem Drehsinn steuert, bis die Abweichung der Signale am Eingang des Differenzverstärkers 56 nahezu Null ist.

Die Verschiebung des Röntgenzielgerätes kann von Hand allein durch die vom Benutzer aufgebrachte Kraft erfolgen. Dies setzt voraus, daß ein vom Motor 27 unabhängiger Gewichtsausgleich vorhanden ist (derartige Deckenstative mit einem z.B. durch eine Federanordnung erfolgenden Gewichtsausgleich werden in der Praxis bereits benutzt) und daß die Antriebsmotoren 23 und 27 dann unwirksam sind. Das kann z.B. dadurch erfolgen, daß diese Motoren über eine nicht näher dargestellte Magnetkupplung mit dem anzutreibenden Geräteteil gekoppelt sind, die beim Lösen der Bremsen für das Röntgenzielgerät die Kopplung zwischen dem Antriebsmotor 23 bzw. 27 und dem von diesem angetriebenen Geräteteil unterbrechen.

Es ist auch möglich, das Zielgerät mit Unterstützung der

Motoren 23 und 27 zu verschieben. Zu diesem Zweck müßte die Steuerung durch den Rechner 38 unterbrochen werden und den Regelkreisen anstelle des vom Rechner errechneten Sollwertes ein Sollwert zugeführt werden, der der vom Benutzer auf
 5 einen Handgriff am Zielgerät oder das Zielgerät selbst in x- und y-Richtung ausgeübten Kraft entspricht, und der durch einen Meßaufnehmer in den Zugmitteln für die x- bzw. y-Richtung erzeugt werden könnte. Derartige Servomotorantriebe zur Verschiebung eines Röntgenzielgerätes sind an sich be-
 10 kannt - allerdings nur in Verbindung mit einem mit dem Zielgerät gekoppelten den Röntgenstrahler tragenden Wagen. Als Kriterium für die Unterbrechung der Steuerung der Motorantriebe 23 und 27 durch den Rechner kann die Stellung des Schalters 32 für die Umlegung des Patientenlagerungstisches
 15 dienen: Ist der Schalter aktiviert, erfolgt die Steuerung durch den Rechner 38. Im anderen Falle, d.h., wenn der Benutzer auf das Zielgerät bzw. einen daran befestigten Handgriff eine Kraft ausübt, durch den Benutzer.

20 Eine weitere Möglichkeit, das Zielgerät mit Unterstützung der Motoren 23 und 27 zu verschieben, besteht darin, mit dem Handgriff des Zielgerätes je einen Sollwert für die Verschiebung des Zielgerätes senkrecht zur Lagerungsplatte bzw. parallel zur Lagerungsplatte des Tisches zu erzeugen,
 25 wie z.B. in der DE-OS 22 34 398 beschrieben. Diese Sollwerte werden in bereits beschriebener Weise dem Rechner 38 zugeführt und dieser ermittelt wiederum abhängig vom Winkel α die Sollwerte für die Positionsregelkreise der Motorantriebe 23 und 27.

30 Soweit bisher beschrieben enthalten die Meßeinrichtungen Potentiometer als Meßaufnehmer. Diese liefern ein der jeweiligen Position bzw. Winkelstellung proportionales Signal. Es können aber auch Meßaufnehmer verwendet werden, die ein
 35 der Verschiebung eines Geräteteils bzw. ein der Verschwenkung (d.h. der Änderung des Neigungswinkels beim Umlegen des Tisches) des Patientenlagerungstisches oder des Röntgen-

zielgerätes entsprechendes Signal liefern (Inkrementauf-
 nehmer). Dies könnten z.B. mit jeweils einem Motorantrieb
 gekoppelte Kodierscheiben sein, die bei einer Verschiebung
 um eine bestimmte Strecke bzw. einer Verschwenkung um einen
 5 bestimmten Winkelbetrag jeweils einen Impuls erzeugen. Werden
 diese Impulse durch einen Zähler erfaßt, dann entspricht
 der Zählerstand - falls die Impulse bei Antrieb in der
 einen Richtung addiert und bei Antrieb in der entgegen-
 gesetzten Richtung subtrahiert werden - der jeweiligen
 10 Position bzw. Winkelstellung. Um dabei Drifterscheinungen
 vorzubeugen, könnte jeweils bei einem bestimmten Neigungs-
 winkel (z.B. 90° - Fig. 1) oder bei einer bestimmten
 Position der Schwenkachse, der Zähler automatisch auf den
 dieser Neigung entsprechenden Wert gesetzt werden. Es kann
 15 dann aber auch als Sollwert anstelle der Position die Ver-
 schiebung bzw. anstelle des Neigungswinkels die Verschwenkung
 vorgegeben werden, wobei der Regelkreis für die Verschiebung
 dann einen entsprechenden Aufnehmer enthalten muß. Gleichung
 (3) beispielsweise würde dann übergehen in

20

$$\begin{aligned}
 \Delta v &= v - v_0 = -(x-x_0) \cos \alpha_0 + (y-y_0) \sin \alpha_0 \\
 &= -\Delta x \cos \alpha_0 + \Delta y \cdot \sin \alpha_0
 \end{aligned} \tag{4}.$$

25 Bei dem Blockschaltbild nach Fig. 4 wird zunächst der
 Neigungswinkel α ermittelt und diesem Neigungswinkel werden
 vom Rechner 38 die erforderlichen Sollwerte x und y zuge-
 ordnet. Da die Rechenzeit aber endlich ist und da die Motor-
 antriebe eine gewisse Zeit brauchen, bis die Sollposition
 30 bzw. Sollverschiebung erreicht ist, ergibt sich stets ein
 gewisser Nachlauf zwischen dem Patientenlagerungstisch und
 dem Röntgenzielgerät. Dies könnte dadurch vermieden werden,
 daß dem gemessenen Wert α ein kleiner Winkelbetrag, z.B. $0,5^\circ$,
 hinzuaddiert bzw. davon subtrahiert wird, derart, daß der
 35 Betrag der Winkeländerung vergrößert wird. Durch eine der-
 artige Vorgabe der Winkelstellung durch den Rechner kann
 erreicht werden, daß in der Zeit, die der Patientenlagerungs-

tisch für das Durchlaufen des überlagerten Winkelbetrages ($0,5^\circ$) benötigt, der Rechner den zugeordneten Sollwert errechnet hat und dieser Sollwert von den Regelkreisen eingestellt ist. so daß sich praktisch ein Gleichlauf
5 ergibt. Entsprechend könnte auch bei der Anordnung nach Fig. 4 verfahren werden.

Grundsätzlich ist es auch möglich, das Deckenstativ in einer zu der horizontalen x-Richtung senkrechten horizon-
10 talen Richtung zu verfahren. Dann muß auch der Röhrenwagen quer verfahrbar sein und mittels einer geeigneten Nachlaufsteuerung nachgeführt werden. Die Sollposition des Röhrenwagens in dieser Richtung entspricht jedoch der Position der Stativanordnung in dieser Richtung, so daß die Nach-
15 führung mit einer einfachen Nachlaufsteuerung erfolgen kann.

Die Tischplatte kann, wie in Fig. 2 gestrichelt angedeutet, quer zur Tischlängsrichtung verfahrbar sein. Außerdem kann in ebenfalls bekannter Weise die Tischplatte in Tischlängs-
20 richtung verschoben werden (in Fig. 1 gestrichelt dargestellt). Weil das Zielgerät und etwaige Gegengewichte nicht vom Patientenlagerungstisch getragen werden müssen, kann dieser wesentlich leichter ausgeführt sein. Es genügt daher, wenn, wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich,
25 nur ein Gerätefuß vorhanden ist. Es ist somit grundsätzlich möglich, den Röntgenstrahler so an dem Röhrenwagen zu befestigen, daß er senkrecht zur Patientenlagerungsplatte bis fast zum Boden verfahren werden kann. Dadurch ergibt sich ein größerer Abstand zwischen dem Strahler und dem
30 Patienten, was für die Detailerkennbarkeit einer so angefertigten Aufnahme von Nutzen sein kann.

Wie bereits erwähnt, kann die Erfindung auch bei Geräten benutzt werden, bei denen der Röntgenstrahler oberhalb
35 des Patientenlagerungstisches und das Zielgerät - meist ein Bildverstärker - darunter angeordnet ist. Oft wird auch mit Geräten gearbeitet, bei denen nach einer Unter-

suchung mit einer Untertischröhre und einem Zielgerät eine Übersichtsaufnahme mit einer über dem Tisch angebrachten Röntgenröhre durchgeführt werden soll. Dies ist bei einem erfindungsgemäßen Röntgenuntersuchungsgerät besonders einfach, weil hierbei die Position des Röntgenzielgerätes gemessen wird und gespeichert werden kann. Wenn der Obertischröntgenstrahler an einem entsprechend aufgebauten Deckenstativ befestigt ist, kann dieser mittels entsprechender Antriebe, wie das Deckenstativ 19, in die vorher gemessene und gespeicherte Position gefahren werden, die vorher das Deckenstativ 19 inne hatte. Eine unterhalb der Tischplatte angeordnete Bucky-Blende kann dann in analoger Weise auf die Obertischröhre zentriert werden wie vorher der Röntgenstrahler 10 auf das Röntgenzielgerät 16.

15

20

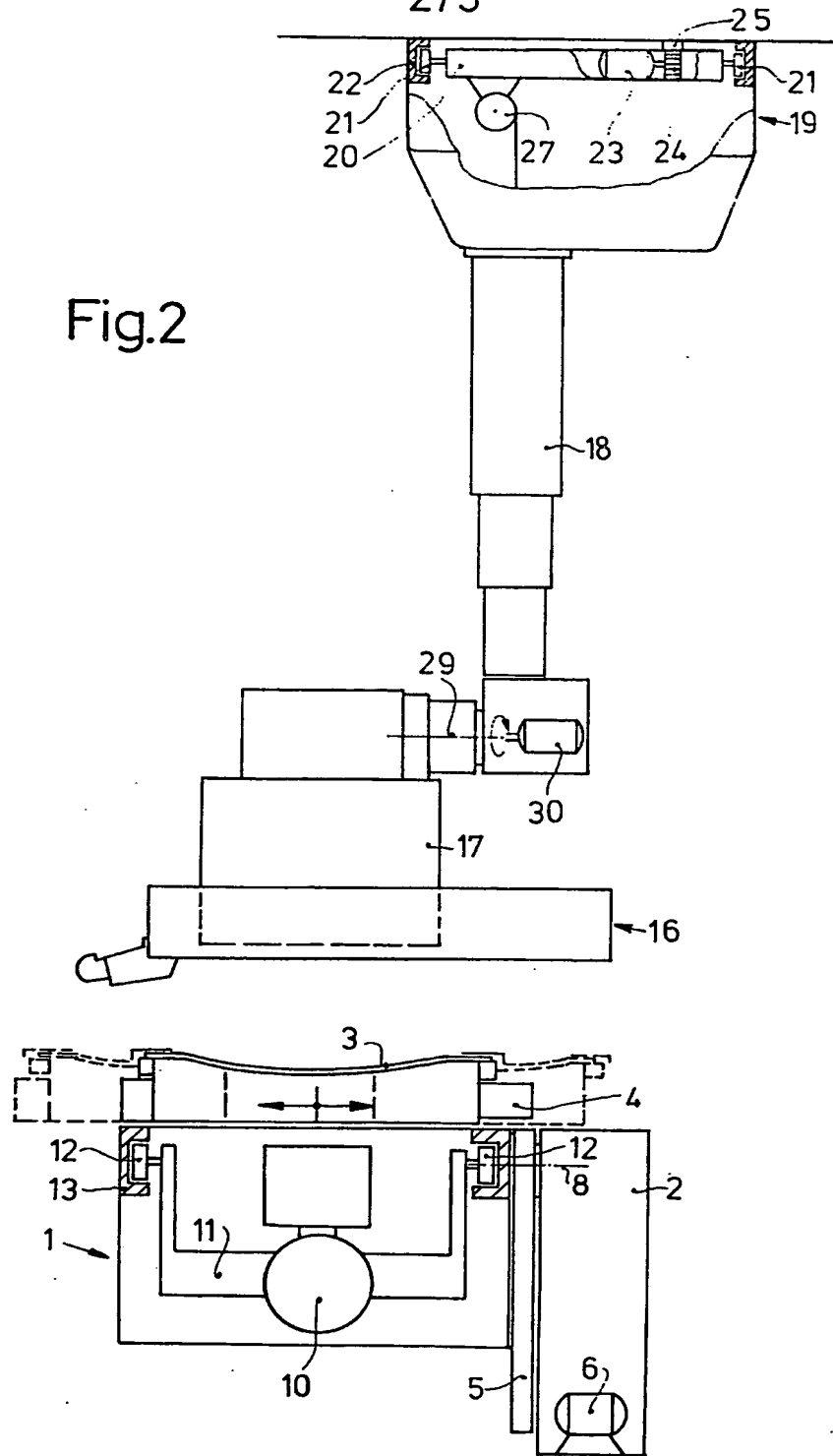
25

30

35

2831058 -23-
2/3

Fig.2



909884/0436

2831058

3/3

-24-

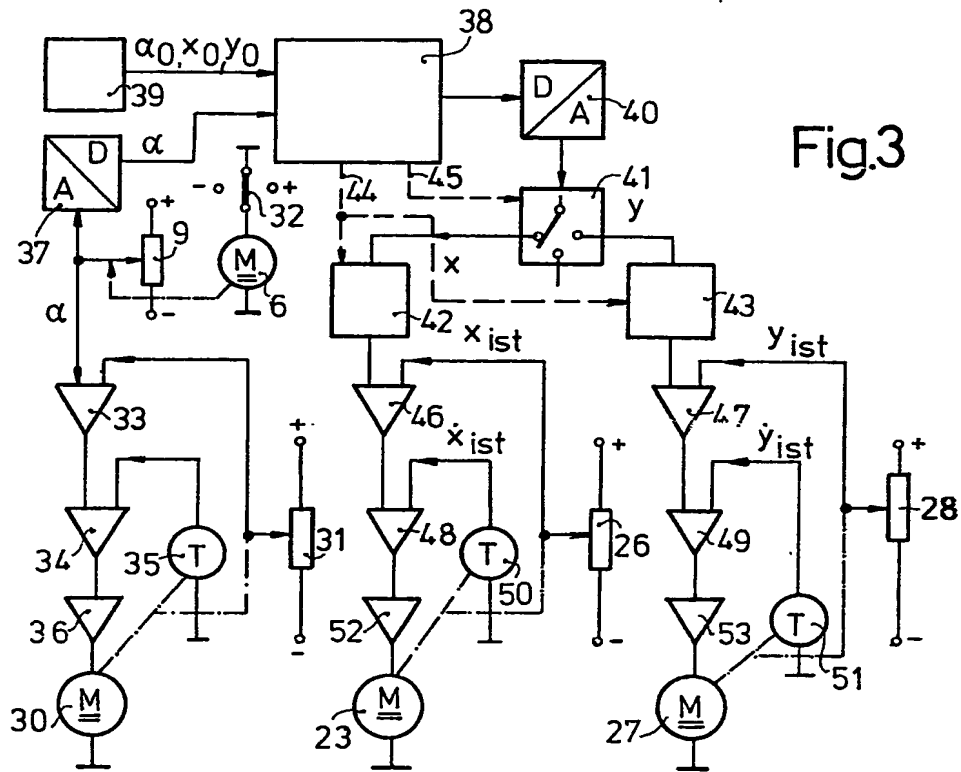


Fig. 3

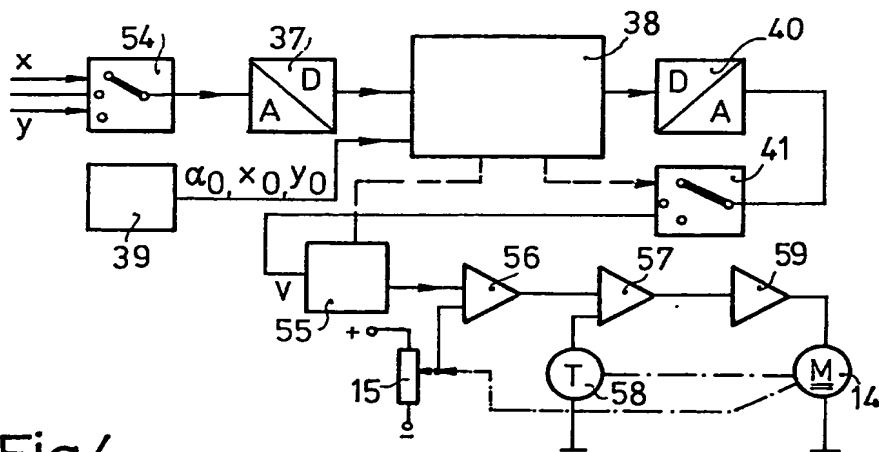


Fig. 4

909884/0436

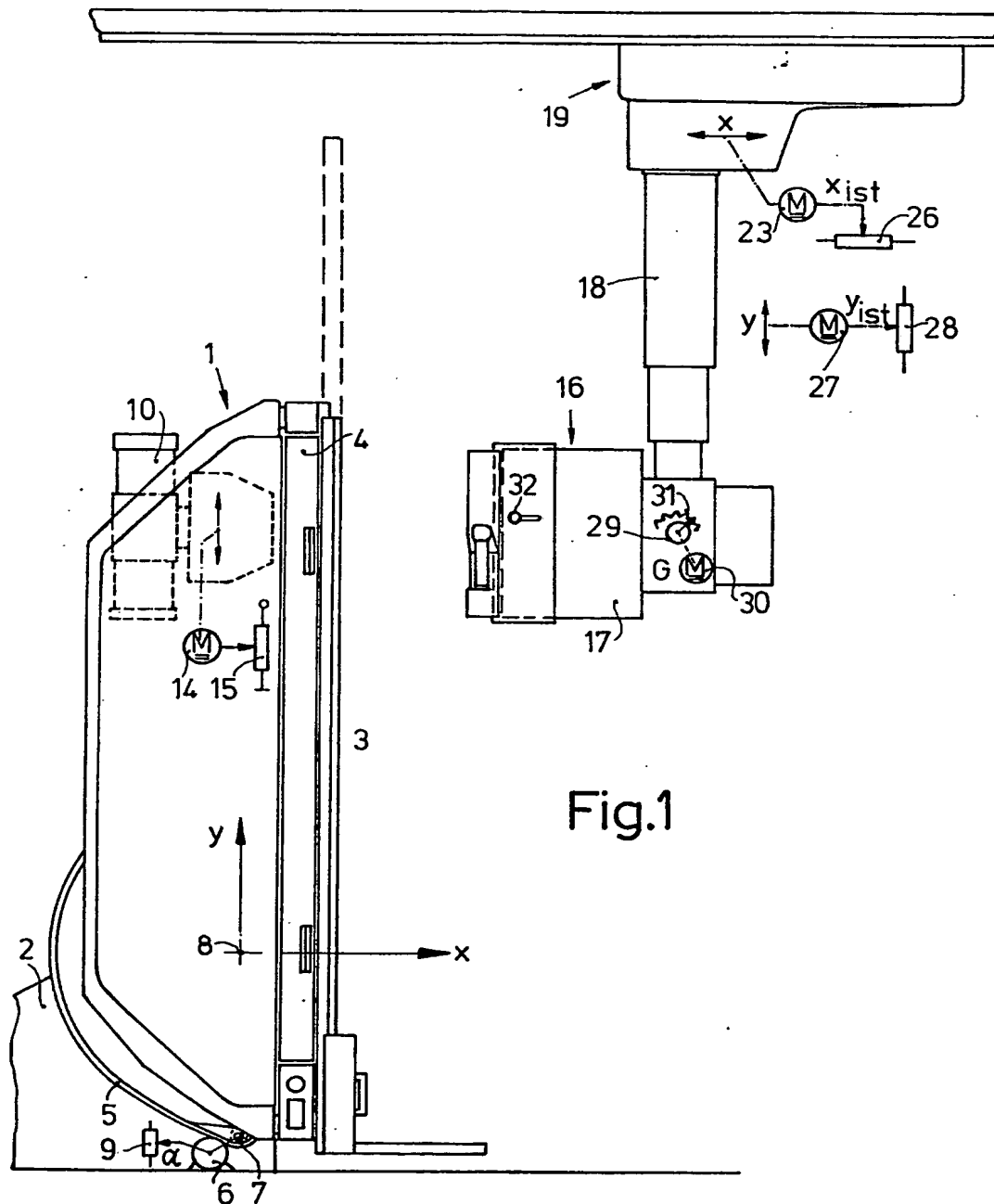
D78-098

2831058

-25-

1/3

Nummer: 28 31 058
 Int. Cl. 2: H 05 G 1/02
 Anmeldetag: 14. Juli 1978
 Offenlegungstag: 24. Januar 1980



909884/0436

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.